

EDITORIAL

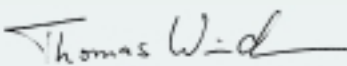
Liebe Leserinnen und Leser,

das Jahr neigt sich dem Ende. In dieser Zeit blicken die meisten sowohl geschäftlich wie auch privat auf die vergangenen zwölf Monate zurück und treffen manche Voraussage sowie guten Vorsatz für das kommende Jahr.

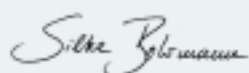
Bei aller Flexibilität und Marktorientierung, die heute mehr denn je gefordert werden, richtet sich das Augenmerk unserer Forschung immer auch auf die "Vorsorge für die Gesellschaft". Denn nur wenn wir unser jetziges Handeln auf das Wohl der kommenden Generationen ausrichten, Nachhaltigkeit und bewusster Umgang mit den Ressourcen als unabdingbar betrachten, bleibt der Planet Erde lebenswert.

Sowohl ökologisch wie auch ökonomisch sind langfristige Strategien zur Nutzung nachhaltiger Energiequellen und der optimierte Einsatz fossiler Energieträger von Bedeutung. Daher beschäftigt sich das Forschungszentrum Karlsruhe u.a. mit dem Thema Energiegewinnung aus Biomasse, um so eine nachhaltige Energieversorgung zu sichern.

Ein frohes Fest und ein erfolgreiches neues Jahr wünschen Ihnen



Dr. Thomas Windmann



Dipl.-Ing. Silke Bohrmann

Erde und Umwelt

Gelbes Stroh statt Schwarzes Gold

Verfahren zur Nutzung von Biomasse als Ersatz für fossile Energieträger

Durch eine verstärkte Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen wie Stroh und Restholz könnten in Deutschland beachtliche Mengen fossiler Energieträger eingespart werden. Zur Zeit wird in Deutschland nur rund 1% des Primärenergiebedarfs durch Biomasse abgedeckt. Das gesamte jährliche Aufkommen an biogenen Rest- und Abfallstoffen liegt in Deutschland bei etwa 80 Millionen Tonnen organischer Trockenmasse. Bei vollständiger Verwertung ließen sich damit 450 Liter Heizöl pro Einwohner und Jahr einsparen. Aus Bio-Reststoffen könnten damit bis zu 10% unseres Primärenergiebedarfs gedeckt werden.

Biogene Rest- und Abfallstoffe sind kostengünstig, fallen aber auf große Flächen verteilt an und verursachen deshalb hohe Transportkosten auf dem Weg zu zentralen Verwertungsanlagen. Auch bei einer Nutzung durch Vor-Ort-Verbrennung entstehen durch viele kleine Anlagen und durch die notwendigen Schadstoffminderungsmaßnahmen hohe Kosten. Zur Nutzung des energetischen Potenzials biogener Stoffe bedarf es deshalb intelligenter Verfahren.

Als effiziente Lösung wurde am Forschungszentrum Karlsruhe ein zweistufiges Verfahren ausgearbeitet: Das Konzept sieht regionale Anlagen mit einem Einzugsbereich von etwa 25 km vor, in denen aus Stroh oder anderen organischen Reststoffen ein Gemisch aus Pyrolyseöl und Pyrolysekoks erzeugt wird. "Das Gemisch, welches in der ersten Stufe erzeugt wird, kann noch nicht direkt verwertet werden. Es hat eine schlammähnliche Konsistenz und erfordert spezielle Anlagen, in denen es veredelt und genutzt wird", erläutert Dr. Edmund Henrich, der das Konzept im Institut für Technische Chemie, Bereich Chemisch-Physikalische Verfah-

ren, des Forschungszentrums entwickelt hat. Das flüssige Gemisch hat eine 10 mal höhere Energiedichte als ein Strohballen und kann deshalb kostengünstig zu einer zentralen Großanlage transportiert werden. Dort wird ein Synthesegas hergestellt, das in der chemischen Industrie als Ausgangsprodukt zur Gewinnung hochwertiger Kraftstoffe und Chemikalien dient oder direkt verstromt werden kann. Die technologische Seite des Verfahrens – die Erzeugung eines hochwertigen Synthesegases aus einer Mischung von Pyrolysekoks und Pyrolyseöl – wurde jetzt an einer verfahrenstechnisch relevanten Anlage mit 2000 kW Leistung erfolgreich demonstriert.

Das Verfahren ist für alle zerkleinerten, trockenen biogenen Reststoffe geeignet. Dadurch wird das Spektrum der hochwertig nutzbaren Biomasse erheblich erweitert: Nicht nur Stroh, sondern auch andere Restbiomasse aus der Landwirtschaft wie als Futter unbrauchbares Heu, aber auch Holz sowie Papier- und Pappeabfälle werden damit einer effizienten Verwertung zugänglich. Die verschiedenen chemischen, verfahrenstechnischen und ökonomischen Aspekte des Verfahrens werden im Forschungszentrum Karlsruhe vom interdisziplinären Arbeitsteam "Synthesegas aus Biomasse" bearbeitet.



Stromerzeugung, Kraftstoffersatz oder Grundlage für Chemikalien: Stroh und andere biogenen Reststoffe können fossile Energieträger ersetzen.

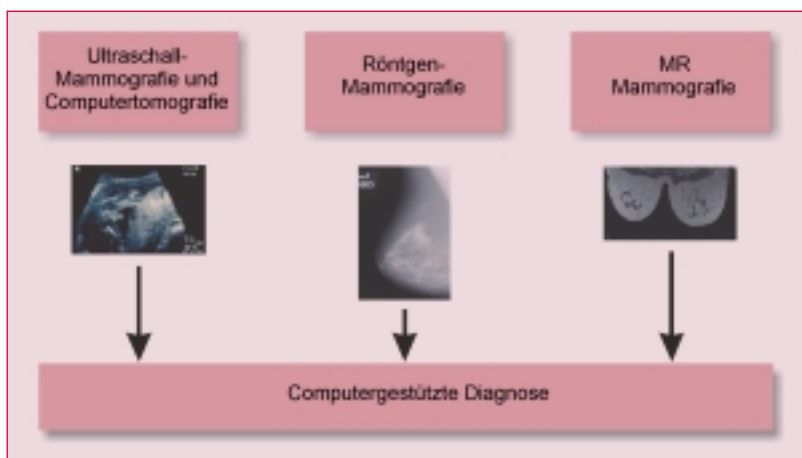
Brustkrebs

Neue Wege zur Diagnose und Therapie

Der Brustkrebs stellt wegen der großen Häufigkeit und der hohen Sterberate ein großes medizinisches, psychologisches und gesundheitspolitisches Problem dar. In den letzten 20 Jahren war er in der westlichen Welt sowohl die häufigste Krebsart der Frau als auch die häufigste

Todesursache in der Altersgruppe unter 50. Daran hat sich trotz stetiger Verbesserung der Diagnostik bis heute nichts geändert. Ursache dafür ist die schwierige Frühdiagnostik der Mammakarzinome sowie die Informationsverarbeitung verschiedener Verfahren, welche in Einklang gebracht werden müssen.

Computergestützte Diagnose



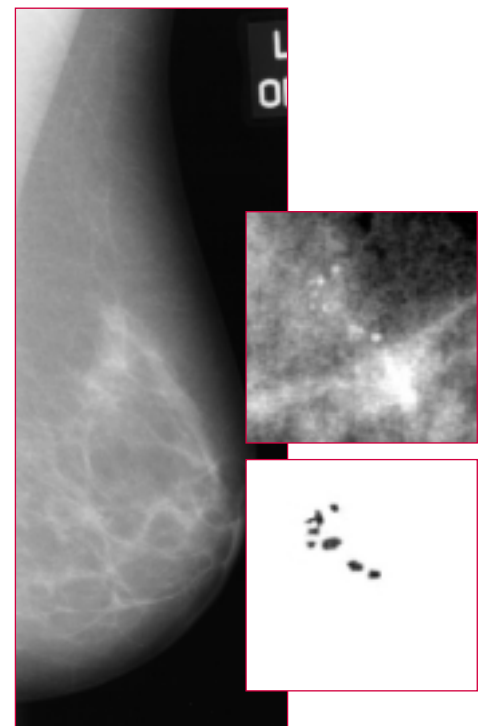
Moderne bildgebende Verfahren wie z.B. Ultraschall, Röntgen-Computertomographie (CT), Positronen-Emissions-Tomographie (PET) oder Magnetresonanztomographie (MRT) ermöglichen einen sehr detaillierten Einblick in den menschlichen Körper und seine inneren Vorgänge. Mit diesen Methoden lässt sich heute eine Vielzahl bekannter Krankheiten eindeutig erkennen und der Erfolg einer Therapie verfolgen. Die Auswertung der umfangreichen Bilddaten gestaltet sich allerdings häufig schwierig. Computergestützte Diagnosesysteme schaffen hier Abhilfe und können erfolgreich dem Mediziner bei der Auswertung und Interpretation der Daten assistieren.

Bei der Röntgenmammographie werden in Deutschland ca. 10-20% möglicher Indikatoren für Brustkrebs im Frühstadium übersehen. Mit Hilfe einer Zweitbegutachtung können mehr Erkrankungen rechtzeitig entdeckt werden. Werden Hinweise für Gewebeveränderungen gefunden, müssen weitere bildgebende Verfahren oder eine Gewebeentnahme (Biopsie) zur genaueren Diagnose herangezogen werden. Dies ist jedoch mit hohen Kosten verbunden und nicht überall möglich. Eine weitere Problematik ist genaue Lokalisation des verdächtigen Gewebes, da die Brust während der verschiedenen Aufnahmetechniken unterschiedlich deformiert wird und sich völlig unterschiedlich darstellt.

Am Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) des Forschungszentrums wurden Systeme zur Bild- und Signalverarbeitung, Mustererkennung, Klassifikation und Entscheidungsfindung, automatischen Überlage-

rung multimodaler Daten, Modellierung und Simulation der Verformung weichen Gewebes sowie Bildgebung mit Ultraschall entwickelt. Ein wichtiges Ziel dieser Arbeiten liegt in der Zusammenführung verschiedener bildgebender und diagnostischer Verfahren in einer Umgebung, um so die Mediziner zuverlässig zu unterstützen und die Erfolgsquote der Früherkennung zu verbessern und die Chance auf Heilung maßgeblich zu erhöhen.

Daneben eröffnen sich noch weitere Einsatzgebiete für solche Softwaresysteme außerhalb der Medizin, wie z.B. auf den Gebieten der Werkstoffprüfung oder automatischen Qualitätskontrolle.



Röntgenmammogramm mit Ausschnittsvergrößerung und automatisch detektierten Mikroverkalkungen

Roboter in der Brustkrebsdiagnose und -therapie

Im Kampf gegen den Brustkrebs haben u.a. die Entwicklungen auf dem Gebiet der Magnetresonanztomographie (MRM) einen deutlichen Fortschritt in der Diagnostik von kleinen Mammakarzinomen erbracht. Unabhängig dieser Fortschritte erfolgt aber bislang die Therapie in einem zweiten Schritt, d.h. nach der Diagnose. Eine Therapie, die sich innerhalb eines Untersuchungsganges direkt mit der Diagnostik verbindet, würde die Belastung für die Patientin deutlich reduzieren, sowie Dauer und Kosten der Behandlung merklich senken.

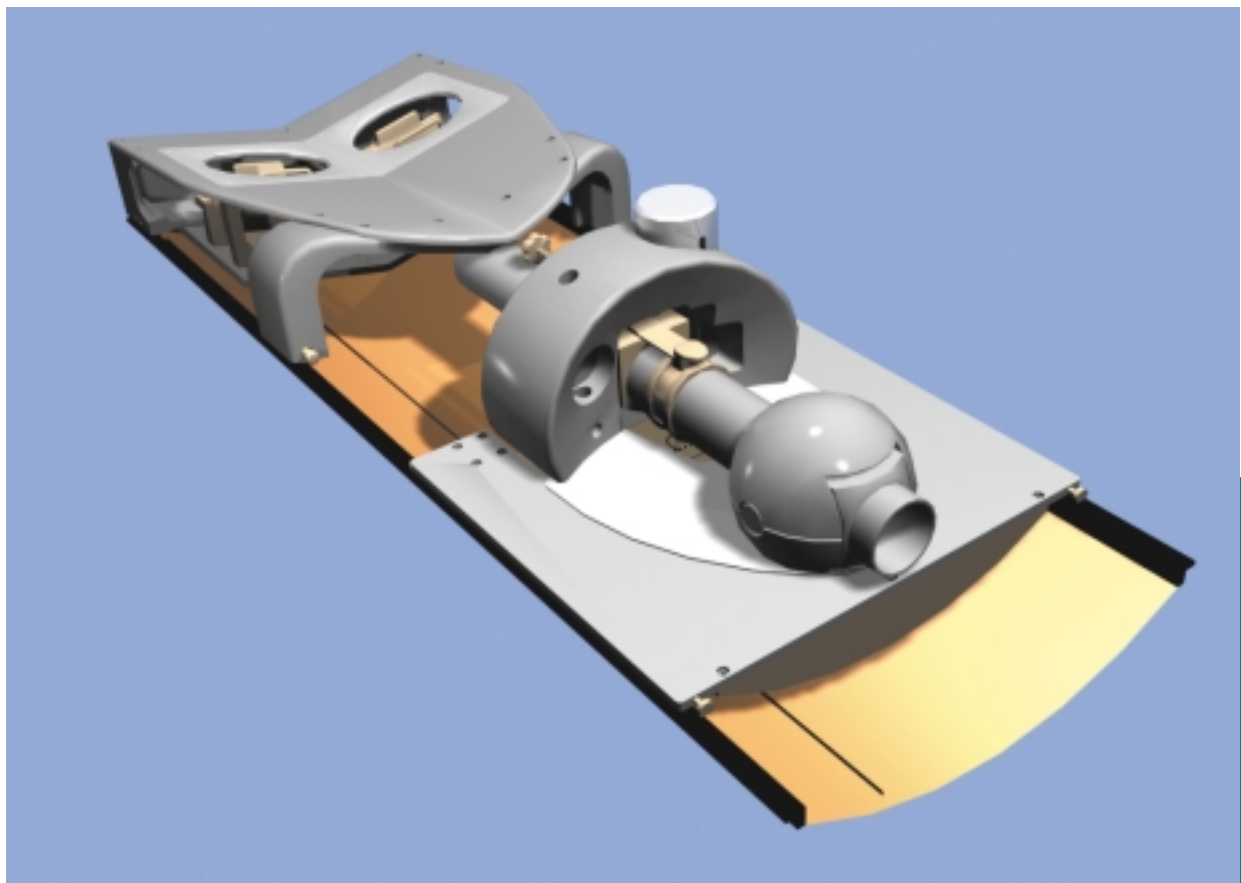
Aus dieser Notwendigkeit wurde am Institut für Medizintechnik und Biophysik des Forschungszentrums Karlsruhe ein medizinisches Robotersystem entwickelt, das im Verbund mit einer MRT-Brustspule zur Aufnahme der Brüste direkt im Arbeitsraum Magnetresonanztomographen eingesetzt wird. Als Robotersystem für die Biopsie in medi-

zinischen Tomographen bekam es den Namen ROBITOM. Dadurch wird eine bildgebende Diagnostik, eine Biopsie und eine evtl. anschließende Therapie, z.B. mittels Laser- oder Kryoapplikator während eines einzigen Untersuchungsganges möglich. Im Vergleich zur bisher manuell durchgeführten Biopsie mit anschließender Befundung und Therapie (derzeit ca. 3-5 Tage) ist mit Hilfe des

Robotersystems eine Kombination der genannten Arbeitsschritte und dadurch eine Reduzierung der Gesamtzeit auf weniger als 45 Minuten zum Wohle der Patientin erreichbar. Derzeit befindet sich ROBITOM in der klinischen Prüfung bei dem klinischen Partner des Projekts, Herrn Professor Kaiser vom Institut für interventionelle Radiologie der Universitätsklinik in Jena.



Handsteuereinheit des ROBITOM mit Verschlussmechanismus und Schalter zum Auslösen der Gewebeentnahme



Designstudie des ROBITOM, kompakte patienten- und benutzerfreundliche Formgebung



Erde und Umwelt

So schön können Filter sein: Füllelement aus mit Kohlenstoff versetztem, schwarzem Polypropylen für den Einsatz im Nasswäscher einer Müllverbrennungsanlage.

Schwarzer Kunststoff bindet Umweltgifte

Material für die sichere Rückhaltung von Dioxinen entwickelt

In der Rauchgasreinigung von Verbrennungsanlagen bestehen viele Komponenten aus Kunststoffen, meist Polypropylen – ein handelsüblicher Kunststoff. Seine leichte Verfügbarkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit sowie sein Preis machen Polypropylen zum idealen Konstruktionsmaterial in der Abgasreinigung. An die Oberfläche dieser Kunststoffe lagert sich Dioxin aus dem Rauchgas an. Schon bei einer Temperaturerhöhung um wenige Grad können sich die Dioxine wieder von den Oberflächen lösen und ins Abgas zurückgelangen. "Gerade die giftigsten Substanzen werden bei einer Temperaturerhöhung vom Polypropylen am ehesten wieder freigesetzt", erläutert Dr. Siegfried Kreis, der dieses Projekt im Institut für Technische Chemie des Forschungszentrums Karlsruhe leitet. "Um die Überschreitung von Grenzwerten zu vermeiden, muss die Rauchgasreinigung bislang nachgerüstet werden, was die Komplexität und die Kosten der Verfahren erhöht."

Der so genannte "Memory-Effekt" lässt sich durch eine Neuentwicklung des Forschungszentrums Karlsruhe unterbinden: Ursprünglich weißes Polypropylen wird mit Kohlenstoff-Partikeln vermischt und dann in die gewünschte Bauteilform gegossen. In dem nun schwarzen Kunststoff werden die Dioxine stärker gebunden, was die Freisetzung bei verfahrensbedingten Temperaturschwankungen verhindert. Da die mechanischen und chemischen Eigenschaften der Polypropylen-Strukturen durch den Füllstoff nicht wesentlich verändert werden, kann das neue Material ohne zusätzlichen Aufwand für alle Bauteile verwendet werden, die bisher aus Polypropylen gefertigt wurden (zum Beispiel Füllkörper).

Nach umfassenden Versuchen im Labor wurde das mit Kohlenstoff vermischte Polypropylen in großtechnischem Maßstab eingesetzt. An einer Hausmüllverbrennungsanlage konnte die Neuentwicklung ihre Tauglichkeit in der Praxis beweisen. Dazu wurden – in Zusammenarbeit mit der schwedischen Firma Göta-verken Miljö AB, einem Lizenzpartner des Forschungszentrums – die Polypro-

pylen-Füllkörper eines Nasswäschers durch Füllkörper aus dem neuen Material ersetzt. Dieser Versuch läuft seit einem Jahr. Das Material konnte die Erwartungen in vollem Umfang erfüllen. Zwischenzeitlich wurden drei weitere Anlagen mit solchen Füllkörpern ausgerüstet. Die Entwicklung aus dem Forschungszentrum verbessert und verbilligt die aufwändige Rauchgasreinigung nach Verbrennungsprozessen.

r₂b-Lexikon:

Dioxin steht im gesamten Text – dem allgemeinen Sprachgebrauch folgend – als Sammelbezeichnung für eine ganze Gruppe von chemischen Verbindungen. Dioxin ist die systematische Bezeichnung für ein zweifach ungesättigtes sechsgliedriges Ringsystem aus Kohlenstoff-Atomen mit 2 Sauerstoff-Atomen im Ring. Verbindungen, die ein solches Dioxin-Ringsystem enthalten, sind in der Natur weit verbreitet, z.B. in höheren Pflanzen und in Braunalgen. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der einzelnen Vertreter dieser Verbindungen und damit ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt sowie ihren Bewohnern unterscheiden sich beträchtlich. Daher können keine generalisierten Aussagen über die Verbindungsklasse gemacht werden. Das bekannteste Dioxin, das "Seveso-Gift" 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo[1,4]dioxin (2,3,7,8-TCDD), ist beispielsweise wesentlich toxischer als alle anderen.



Synchrotronstrahlung für die
Mikrofertigung und Analytik – in
der ANKA-Anlage

ANKA – Angströmquelle Karlsruhe

Call For Proposals

3000 Stunden Strahlzeit für die Forschung

Für Forschungszwecke stellt ANKA, die neue Quelle für Synchrotronstrahlung des Forschungszentrums Karlsruhe, im Zeitraum vom 01.03.2003 bis 31.08.2003 neben dem kommerziellen Betrieb insgesamt 3000 Stunden Strahlzeit zur Verfügung. Sowohl von nationalen wie auch internationalen Wissenschaftlern kann das Synchrotronlicht genutzt werden. Im Vergleich zu herkömmlichen Lichtquellen zeichnet es sich durch

- ein kontinuierliches, strukturloses Strahlungsspektrum vom Infraroten bis zur harten Röntgenstrahlung (0,5 meV bis zu 40 keV),
- eine um Größenordnungen höhere Strahlungsintensität,
- seine hohe Brillanz,
- die Polarisation des Lichtes und
- die geringer Strahldivergenz

aus. Diese hervorragenden Eigenschaften eröffnen den Forschern neue Möglichkeiten auf zahlreichen Anwendungsgebieten.

Interessenten können bis zum 31.12.2003 Strahlzeit für wissenschaftliche Projekte beantragen. Antragsformulare finden Sie auf unserer Web-Seite <http://www.fzk.de/anka> oder nutzen Sie einfach das Faxformular am Ende des Newsletters und wir senden Ihnen Antragsformulare zu. Den Antragstellern empfehlen wir, vor der Beantragung sich mit den zuständigen Beamline-Wissenschaftlern zu beraten. Die Vergabe der Strahlzeiten erfolgt nach Begutachtung der Anträge durch eine internationale Expertenkommission.

Anwendungsgebiete

Zerstörungsfreie Analyse von Materie:

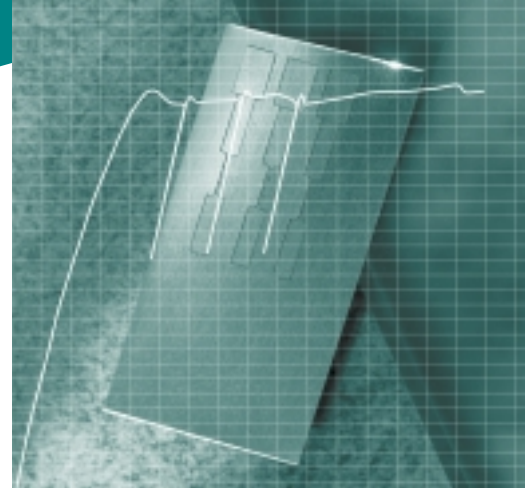
- EXAFS-Röntgenabsorptionsspektroskopie
- Röntgenfluoreszenzspektroskopie zum Elementspurennachweis
- Röntgen-Topographie zur Untersuchung kristalliner Materialien
- Röntgen-Diffraktometrie an Einkristall- und polykristallinen Proben
- Makromolekulare und Protein Kristallographie
- Infrarotstrahlung für Spektroskopie, Mikroskopie und Ellipsometrie

Fertigung von Mikrobauteilen:

- LIGA - Röntgentiefen-Lithographie, Galvanik, Abformung
- Maskenstrukturierungsaufgaben bis 100 µm
- Fertigung von Mikrostrukturen bis 500 µm
- Explorative Entwicklungen bis in den mm-Bereich



Mit kurzwelligen Röntgenstrahlen werden in einem so genannten Diffraktometer Kristalle und Pulver untersucht, um innere Strukturen und Kristallgrößen hochgenau zu vermessen



Schlüsseltechnologien

Einblicke in das Institut, das es nicht gibt

Industrietag des Zentrum Werkstoffe der Mikrotechnik (ZWM)

In der Mikrotechnik gilt mehr noch als in der "Makro"-Technik, dass Produktentwicklung und Produktionsverfahren unlösbar mit den Werkstoffeigenschaften verknüpft sind. Daher werden in aller Regel Werkstofffragen in unmittelbarem Kontext der anderen Entwicklungsarbeiten gelöst und so konnte das Fach "Werkstoffe für die Mikrotechnik" seine Eigenständigkeit bislang (noch) nicht erlangen. Dennoch – oder gerade deswegen – ist die Weiterentwicklung der Werkstofftechnologie eine wesentliche Komponente jeder mikrotechnischen Produktentwicklung.

Die Verknüpfung, Weiterentwicklung und Verfügbarmachung von Forschungsergebnissen mit Werkstoffschwerpunkt ist

die Kompetenz des ZWM. Kein separates Institut sondern ein Netzwerk mit Zugriff auf die interdisziplinären Kompetenzen des Forschungszentrum stellt das Zentrum Werkstoffe der Mikrotechnik dar. Damit ist das ZWM ein idealer Partner für jegliche Produktentwicklung im Bereich der Mikrotechnik und darüber hinaus.

Auf dem "Industrietag des ZWM" am 26.2.2003 geben wir Ihnen einen Überblick über unser Angebot. Neben interessanten Vorträgen bieten wir auch die Möglichkeit der Besichtigung unserer Labors sowie der Diskussion mit unseren Wissenschaftlern. Für Ihre Anmeldung füllen Sie bitte unser Faxformular auf der letzten Seite aus.

Derzeitige Arbeiten des ZWM

- Schutzschichten aus amorphem Kohlenstoff
- Mikroinduktoren für hohe Frequenzen
- Lasermikrostrukturierung von Stählen
- Mikrospritzguss von Kunststoffen, Metallen und Keramiken
- Mikroprägen
- Elemente aus elektrisch leitfähigen Keramiken
- Rapid-Prototyping von mikrostrukturierten Keramikkomponenten
- Schwindungsfrei sinternde Keramik
- Gasanalyses-Mikrosysteme (elektro-nische Nasen)
- Formeinsätze für die Mikrotechnik
- Legierungsgalvanik für die Mikro-technik
- Werkstoffprüfung an Kleinstteilen



Mikro-MIM & -CIM

Herstellung von Mikrokomponenten durch Pulverspritzgießen

Die Materialskaala der Mikrosystemtechnik wird derzeit von Silizium und Kunststoffen dominiert. "Klassische" Werkstoffe wie z.B. Stahl sind hingegen kaum vertreten. Dies liegt nicht zuletzt an den noch fehlenden Strukturierungs- bzw. Abformprozessen, die nicht nur eine

komplexe Formgebung sondern auch eine effektive Produktion gewährleisten müssen. Abhilfe kann hier das sogenannte Mikro-Pulverspritzgießen schaffen, welches aus einem etablierten Industrieverfahren der Makrotechnik abgeleitet wurde und sich durch eine hohe Wirtschaftlichkeit in der Serienfertigung auszeichnet. Die beispiellose Materialvielfalt ergibt sich aus der Tatsache, dass nahezu jeder als Pulver verfügbare Werkstoff mit dieser Prozesstechnik verarbeitet werden kann. Somit können hochbelastbare,

komplex geformte Komponenten für Anwendungen beispielsweise in der Mikrofluidik, Mikromechanik oder Optoelektronik hergestellt werden.

Gelegenheit zu einer Besichtigung unserer Spritzgießeinrichtungen am Institut für Materialforschung III haben Sie am Donnerstag, den 27.03.2003 um 11:00 Uhr. An diesem Tag bieten wir Ihnen an, dass Mikropulverspritzgießen von Metall- und Keramikbauteilen im Forschungszentrum kennen zu lernen. Zur Anmeldung nutzen Sie einfach das Faxformular auf der letzten Seite bzw. die angegebenen Kontaktmöglichkeiten.



Konstruieren nach den Prinzipien der Natur

Informationstag zum Thema Leichtbau und Dauerfestigkeit

Am 12. Februar 2003 findet im Forschungszentrum Karlsruhe in Zusammenarbeit mit dem Kompetenznetz Bionik eine Informationsveranstaltung zum Thema Konstruktion von leichten und dauerhaftesten Bauteilen durch Form- und Topologieoptimierung statt.

Die Optimierung der Lebewesen erfolgt in der Natur bekanntlich dadurch, dass die Nichtoptimierten unterliegen. Im Laufe der Jahrmillionen andauernden Selektion wurden sowohl die biologischen Strukturen ihrer natürlichen Belastungen wie auch die Mechanismen, die zu diesem Design führen, optimiert. Wissenschaftler des Instituts für Materialforschung II nutzen diese Erkenntnisse und die Erfahrung der Natur zur Entwicklung von Methoden zur Bauteiloptimierung. Die Methoden zielen also auf höhere Dauerfestigkeit, Leichtbau und die innere Optimierung von Faserverbunden.

Im Rahmen des Informationstages haben Sie die Gelegenheit, diese Methoden ken-

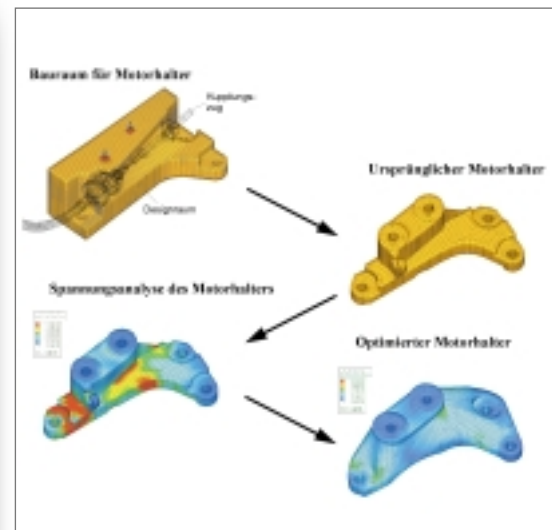
nen zu lernen und mit den Experten zu diskutieren. Zur Anmeldung nutzen Sie einfach das Faxformular auf der letzten Seite bzw. die angegebenen Kontaktmöglichkeiten. Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

Im Forschungszentrum Karlsruhe wurden drei computerunterstützte Methoden zur Bauteiloptimierung entwickelt, die auf der Simulation von biologischem Wachstum basieren:

CAO (Computer Aided Optimization) – bewirkt eine gleichverteilte Spannung auf der Bauteiloberfläche, durch Wachstum an überbelasteten Bereichen und Schrumpfen an unterbelasteten Bereichen.

SKO (Soft Kill Option) – beseitigt nichttragende Bauteilbereiche, unter Berücksichtigung konstruktiver Vorgaben. Damit werden Bauteile bei gleicher Festigkeit leichter.

CAIO (Computer Aided Internal Optimization) – legt die Fasern eines Faserverbundes entlang des Kraftflusses. Dadurch wird die Schubbelastung zwischen den Fasern minimiert.



Optimierung des Motorhalters für den Opel Corsa, Werkstoff Stahlguß (Bild Opel, Rüsselsheim)

Ausgezeichnet im Baumschutz



Prof. Dr. Claus Mattheck, Leiter der Abteilung Biomechanik am Institut für Materialforschung II, erhielt im Oktober den Jahrespreis 2002

der britischen Baumschutzorganisation "Aboriginal Association". Die Organisation zeichnete Mattheck für seine herausragende Forschung im Bereich der Biomechanik der Bäume und der Baumdiagnose sowie für die didaktisch gelungene Vermittlung komplexer biomechanischer Zusammenhänge aus.



Ernennung

Privatdozent **Dr. Hansjoachim Bluhm**, Leiter der Abteilung "Hochleistungsimpulstechnik" im Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik wurde zum außerplanmäßigen Professor an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Karlsruhe ernannt. Bluhm hält dort eine Vorlesung zum

Personelles

Thema "Impulsleistungstechnik" ab, die seit dem Wintersemester 1998/99 in der Studienrichtung "Electronic Power Systems" am "International Department" der Universität angeboten wird.

Fortbildung



Qualitäts-Fortbildung mit wachsendem Zuspruch

Jahresprogramm des Fortbildungszentrums für Technik und Umwelt 2003 jetzt erschienen

Mit erstmals über 10.000 Teilnehmern im laufenden Jahr ist das Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt (FTU) in die Klasse der größeren Fortbildungsanbieter aufgestiegen. Auch das soeben erschienene, noch einmal deutlich erweiterte Jahresprogramm 2003 leistet einen wichtigen Beitrag zum Technologie- und Wissenstransfer aus dem Forschungszentrum Karlsruhe in Wirtschaft, Wissenschaft

und öffentliche Verwaltung. Mit einem umfangreichen Angebot gebührenfreier und maßgeschneiderter Seminare wendet sich das Programm zudem an Schüler, Lehrer und die interessierte Öffentlichkeit.

Die mehr als 600 Seminarangebote des neuen Jahresprogramms umfassen folgende Sparten: Arbeitsschutz, Informations- und Kommunika-

tionstechnik, Kerntechnik, Management, Naturwissenschaft und Technik, Neue Technologien, Strahlenschutz, Umweltschutz.

Das Jahresprogramm "Weiterbildung 2003" des Fortbildungszentrums für Technik und Umwelt wird auf Anfrage (Tel. 07247/82-4801) gern übersandt. Darüber hinaus steht es im Internet unter <http://fortbildung.fzk.de> online zur Verfügung.

Informationen

FAX-ANTWORT

(Fax-Nummer 07247/82-5523)

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Stabsabteilung Marketing, Patente
und Lizenzen (MAP)

Bitte schicken Sie mir weitere Informationen:

- ☐ Biomasse als Energieträger
- ☐ Brustkrebs Diagnose
- ☐ Brustkrebs Therapie
- ☐ Dioxine
- ☐ ANKA – Antragsformulare
- ☐ ZWM – Anmeldung
- ☐ Pulverspritzgießen – Anmeldung
- ☐ Programm Fortbildungszentrum

Absender:

Name

Firma

Straße

PLZ/Ort

Telefon

E-Mail

Weitere Informationen erhalten Sie von:

Forschungszentrum
Karlsruhe GmbH,
Stabsabteilung Marketing,
Patente und Lizenzen (MAP)
Postfach 3640
76021 Karlsruhe

Telefon: 07247/82-5530
Telefax: 07247/82-5523
E-Mail: info@map.fzk.de

**Sie finden uns auch
im Internet unter
der Adresse:
<http://www.fzk.de>**

Impressum

Redaktion:
Dipl.-Ing. Silke Bohrmann,
Dr. Jens Fahrenberg, Dr. Thomas Windmann

Gestaltung:
Tassilo Schnitzer; Compart Werbeagentur

Fotos:
Markus Breig, Martin Lober u.a.

Druck:
Wilhelm Stober GmbH, Eggenstein

gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Nachdruck mit Genehmigung des Forschungszentrums Karlsruhe GmbH unter Nennung der Gesellschaft und des Autors gestattet. Beleg erbeten.